

Debemos desde luego, y ante todo, evitar las causas de estos choques y, por otra parte, llamar la atención sobre estos peligros: En caso de suceder un contacto eléctrico, lo más indispensable es cortar en seguida la corriente, y si no se puede, apartar al desgraciado del contacto fatal. Para eso es preciso que el salvador se aisle cuidadosamente de la tierra, para lo cual basta una tabla de madera seca.

Las contracciones nerviosas de las manos hacen siempre difícil tal salvamento, y si hay que cortar un cable debe hacerse con precaución.

Los consejos que se encuentran para el salvamento de los electrocutados en todas las publicaciones extranjeras se refieren casi exclusivamente á los accidentes producidos por la alta tensión. Se dirigen, desde luego, á los agentes de las Compañías de distribución eléctrica, cuyo personal obrero debe conocer los peligros y las maneras de salvar á sus compañeros, problema mucho más arduo cuando se trata de altísimas tensiones.

Conclusiones.

Creemos haber demostrado la notable gravedad que reviste en este país y, particularmente, en la capital federal la electrocución por corrientes alternas industriales de 225 voltios.

¿Cuántos son los casos que no han sido registrados por los diarios y los que se nos escaparon? Y aquéllos son solamente los casos mortales, sin tener en cuenta las muchas dolencias de mayor ó menor duración producidas por las mismas corrientes.

Queda también demostrado por los hechos que suelen tener lugar las descargas entre una fase y tierra. La preponderancia del factor tensión, al originar lesiones mortíferas, nos ha inducido á examinar más de cerca las sobretensiones transitorias en redes de corriente alterna, y darnos cuenta de la influencia de las capacidades en la obtención de curvas de tensión eficaz y de frecuencia mayor que las normales. Desaparecido por la descarga el fenómeno de condensación las más de las veces, aun una investigación inmediata no daría resultado seguro. Por esta razón reviste especial interés el caso tan curioso observado por el profesor Drago en Catania.

No basta, sin embargo, hacer ver las deficiencias, y es preciso á la vez estudiar todas las causas capaces de aminorar los peligros. Una lucha muy severa y un control repetido contra las malas instalaciones, á base de ordenanzas rigurosas vigiladas por un personal técnico competente, disminuirían, sin duda, la probabilidad de estos accidentes fatales; pero son éstos solamente paliativos, porque no se evitarán nunca las instalaciones llamadas provisionales. El único sistema verdaderamente seguro es, pues, el transformador reductor de tensión unido permanentemente á tierra.

Hemos debido hacer resaltar los pobres resultados obtenidos hasta la fecha para tratar de salvar á los electrocutados, y esto nos induce una vez más en insistir sobre peligros tan graves y pregonar para que se tome, en fin, en debida consideración un tema de tan alta importancia.

Hemos oído la siguiente reflexión sobre este particular: «Cada progreso industrial lleva consigo los correspondientes peligros; no se prohíbe el uso de automóviles en las ciudades porque algunos *chauffeurs* ocasionan á veces la muerte de un pasajero ó de un transeunte. Y los accidentes debidos á exceso de velocidad ó á maniobras incorrectas son mucho más numerosos que los originados por la corriente alterna.»

No es este sitio de discutir los sistemas que podrían emplearse para reducir las desgracias automovilísticas; nos contem-

taremos con hacer observar lo siguiente: si bien es cierto que la distribución de la energía eléctrica por corrientes trifásicas ha sido un indiscutible adelanto en la técnica, no sucede lo mismo con la adopción de la tensión de 225 voltios, provechosa hasta la fecha única y exclusivamente para los intereses de las compañías distribuidoras.

Elas han tenido la ventaja pecuniaria; hoy día, y esto será nuestra última conclusión, cuando queda demostrado el error cometido de buena fe, por parte de las Empresas como de las municipalidades, hoy día deben empeñarse en aminorar los peligros creados por su defectuoso sistema de distribución.

H. M. LEVYLIER.

(De los *Anales de la Sociedad Científica Argentina*.)

LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA DE ESPAÑA Y SUS APLICACIONES

(CONCLUSIÓN) (1)

La práctica actual enseña que sobre la base de primeras materias de peor calidad se obtienen productos más puros en los hornos eléctricos que en los más perfectos de los de otros sistemas de aino, y todo permite esperar que con el horno eléctrico puedan obtenerse hierros y aceros de primera calidad, partiendo de fundiciones del horno alto, obtenidas de minerales que por su composición no son hasta hoy utilizables.

En síntesis: utilizando una primera materia de mucha peor calidad, puede llegarse á un producto mucho mejor.

La importancia de esto es grandísima, sobre todo para España, donde, á falta de carbón, es posible obtener energía eléctrica barata y donde, si existen minerales de hierro de buena calidad, los de peor composición abundan en proporciones muchísimo mayores, siendo de grandísima importancia el lograr su utilización.

Quizás no sea ninguna fantasía el esperar que pueda llegar un día en que, por virtud del cambio de sistema, España produzca hierros y aceros de calidad y precio tan ventajosos como en el extranjero, pudiendo concurrir, económicamente, en el mercado mundial.

Queda, con lo indicado, puesta de manifiesto la gran importancia que puede llegar á tener el consumo de energía eléctrica para la siderurgia, si el precio (comprobado anteriormente) puede ser menos de 100 pesetas el kilovatio-año, ó sea 1 $\frac{1}{4}$ céntimos el kilovatio-hora, con lo cual el tratamiento de una tonelada de fundición caliente, que exige un consumo de energía eléctrica de 500 kilovatios-hora, costaría, por concepto de consumo de corriente, no más que 6 pesetas y 25 céntimos.

Los demás gastos son inferiores á los correspondientes á cualquiera de los sistemas actuales, y entre ellos el Martín-Siemens, que es el que más se usa.

De importancia tan grande y tan trascendental como en la siderurgia, es la de la utilización de la energía eléctrica para la fabricación de abonos minerales, pasando por la fabricación del carburo de calcio, cuya aplicación inmediata en la producción de acetileno es de vulgar conocimiento, y cuya importancia es ya en España de 25.000 toneladas anuales de producción de carburo.

(1) Véase el número anterior.

Las necesidades de la guerra han provocado en Alemania un desarrollo tal de la fabricación de calciocianamidas, ácido nítrico y nitratos, que el consumo actual de energía eléctrica para tales usos producida por centrales termoelectricas representa la respectable cifra de 300.000 kilovatios ó más.

En términos generales, la fabricación de las calciocianamidas, consiste: primero, en la obtención del carburo de calcio en horno eléctrico, dentro del cual se le inyecta aire líquido y, apoderándose el carburo del nitrógeno, se forma aquel compuesto, que puede utilizarse como abono nitrogenado, para cuya fijación á la tierra se le adicionan materias grasas, que impiden su volatilidad, defecto que hasta hace poco tiempo, á más de ser causa de pérdidas importantes de aquel producto, era perjudicial para las personas encargadas de su manejo y distribución en la tierra.

Partiendo de la calciocianamida, se fabrica el amoníaco, con sólo tratarla por vapor de agua, que hace que se desprenda aquel álcali gaseoso, el cual, tratado por ácido sulfúrico, da lugar á la formación del sulfato amónico, otro abono mineral de gran aplicación general y, muy especialmente, en algunos cultivos, como el del arroz.

Por medio del horno eléctrico y gracias á la acción térmica elevada del arco sobre una corriente de aire, en condiciones de carácter técnico que no es del caso detallar aquí, se producen vapores nitrosos, que, en contacto del oxígeno y el agua, dan por resultado el ácido nítrico, entre cuyas múltiples aplicaciones puede considerarse como principal la fabricación de nitratos, que tan en uso se hallan en la agricultura como abonos minerales de primera calidad.

Asimismo se precisa el ácido nítrico para la fabricación de los nitratos, que son la base de los explosivos, producción que, con motivo de la guerra, se efectúa en enormes cantidades en Alemania, país que, privado por el bloqueo del abastecimiento de los nitratos naturales de Chile, hasta ahora los únicos de utilización general, ha tenido que recurrir al procedimiento de fabricarlos por sí.

Hay hornos eléctricos para la fabricación del ácido nítrico hasta 9.000 kilovatios de capacidad.

No es necesario ponderar, por ser del dominio público, la importancia que en la agricultura han de tener estos productos, así como tampoco la trascendencia que tiene su fabricación en España para el caso de defensa nacional, único medio de tener la seguridad de disponer de ellos, si por desgracia las circunstancias nos llevaran á hacer un gran consumo de explosivos.

Se obtiene igualmente el ácido nítrico del amoníaco desprendido de la calciocianamida fabricada en horno eléctrico, combinando dicho álcali con el oxígeno, mediante la acción catalítica de la esponja de platino ó sus sucedáneos, éstos hoy muy en uso en Alemania por dificultades que tiene para adquirir ese metal precioso.

Pudiera también tener importancia, en cuanto al consumo de energía, la fabricación de sosa y sus compuestos; pero nunca las aplicaciones de estos productos pueden dar margen, en nuestro país, á otra cosa que á una ó dos fábricas de alguna importancia; por otro lado, las ventajas sobre los sistemas actualmente en uso, incluso en España, donde ya existe una importantísima fábrica, no son tan decisivas que aconsejen una inmediata implantación de nuevas fábricas.

En otras metalurgias, á más de la del hierro, tiene gran aplicación la electricidad, actuando por temperatura. Entre las más principales está la del cinc, cuyos minerales, mezclados con reactivos adecuados, son tratados directamente en horno eléctrico, donde por la temperatura del arco se obtiene el cinc en estado

gaseoso, el cual, enfriado, se transforma en polvo metálico que es sometido á fusión y tratamientos ulteriores.

La importancia que este tratamiento pudiera tener en España no hay que ponderarla; es nuestro país de los de más producción de minerales de cinc, llegando á producir hasta 175.000 toneladas anuales, que en su mayor parte se exportan.

Sobre esta base y la de energía eléctrica barata dispone nuestra Nación de los requisitos necesarios para favorecer el planteamiento en gran escala de la electrometalurgia de este metal, beneficiándose con ello una gran parte de los minerales que hoy se exportan.

Otra de las aplicaciones de la energía eléctrica por la temperatura que de la misma puede derivarse es la de la conversión del carbón en grafito, cuyo consumo para aplicaciones eléctricas, principalmente como electrodos, va siendo muy grande, y en carborundun, compuesto de sílice y carbón, cuyo principal empleo, por su dureza, es como primera materia de las piedras de esmeril, cuyo uso se está generalizando muchísimo en toda clase de talleres; los hornos en que se efectúa el tratamiento por la corriente eléctrica del carbón, en un caso, y de la mezcla de carbón y arena silicea, en el otro, son de una construcción sencillísima.

El consumo de energía en cada una de las dos fábricas americanas que he visitado en los Estados Unidos de América es de 15.000 kilovatios; utilizada una buena parte de ella como fuerza motriz en las operaciones complementarias, principalmente en prensas de gran potencia, para dar forma á los electrodos antes de su tratamiento eléctrico para el grafito ó para comprimir el carborundun después de aquél, al moldear las piezas que, cocidas en hornos de alfarería, han de darse al mercado en piedras de esmeril ó otras varias formas.

También debe tomarse en consideración por la gran importancia que va adquiriendo la electrometalurgia del aluminio, único medio industrial de obtener este metal. Ciertamente que en España no se han descubierto, aunque hay importantes indicios de su existencia, criolitas ni bauxitas, minerales que hasta hoy son los únicos tratados como primera materia, pero hay un hecho que demuestra que, sobre la base de disponer de energía eléctrica barata, cabe importar aquéllos del Mediodía de Francia, de donde se exportan á otros países, como á Noruega, para su tratamiento eléctrico; por lo tanto, si en España cabe producir energía eléctrica suficientemente barata, las condiciones le serán muy favorables por su proximidad á la zona de producción del mineral, y estarían muy justificados cuantos trabajos de investigación de la existencia de aquellos minerales se hicieran en nuestro país.

De la grandísima importancia del consumo de este metal está capacitado hasta el vulgo. La producción actual es de 90.000 toneladas anuales, de las cuales 45.000 corresponden á los Estados Unidos de América. Hay fábricas, como la establecida en las proximidades del Niágara, que absorben una potencia de 40.000 kilovatios producidos por cinco grupos de 8.000, formados por turbinas acopladas directamente á dinamos de corriente continua de baja tensión.

En los baños electrolíticos, si así pueden llamarse, se utiliza la corriente á tensión variable de siete á ocho voltios; excepcionalmente sube á más de doce.

Para producir una tonelada de aluminio se necesitan tres kilovoltioamperios.

Es de advertir que el tratamiento eléctrico del aluminio es mixto en cuanto á la forma de la utilización de la corriente. En el primer período actúa ésta por temperatura para fundir la mez-

la del mineral previamente preparado con fundentes fluoruros de aluminio y de cal, espato de fluor y cloruro sódico, este último incorporado á alquitrán ó naftalina.

Y desde que la masa está fundida, al mismo tiempo que se mantiene la temperatura, se produce la separación del metal por electrólisis, despositándose fundido en el fondo del baño, de donde se extrae por colada ú otro procedimiento análogo.

Podrían mencionarse otras muchas aplicaciones de la energía eléctrica en diversas metalurgias y aun dentro de las del hierro, como la del ferrosilicio y ferromanganeso, ferrocromo, ferrosilicimanganeso, pero constituyendo especialidades cuyo consumo de energía eléctrica sería muy limitado, no tiene gran objeto tratar de ellas en estas notas, que sólo se refieren á las aplicaciones en que se hacen consumos de grandes cantidades de energía eléctrica.

Aplicación de la corriente eléctrica para electrólisis.

La más importante es la de la electrólisis de minerales de cobre y el afino electrolítico de este metal.

Como tipo de la primera puede citarse la instalación de Chuquicamata, donde se tratan diariamente 40.000 toneladas de mineral de cobre de 0,75 por 100 de metal.

Esta instalación absorbe 70.000 kilovatios producidos por una central termoelectrónica, situada en Tocopilla, próximo al mar, á 200 kilómetros del emplazamiento de la fábrica de beneficio de los minerales.

De dicha energía una buena parte se destina á operaciones mecánicas y el resto al tratamiento electrolítico, con el que se obtiene un metal de gran pureza.

Salvo esta instalación, que puede citarse como modelo, que señala una orientación que ha de asegurar un gran consumo de energía, hasta hoy la aplicación más importante de la energía eléctrica en la metalurgia del cobre ha sido la del afino de este metal, beneficiado anteriormente por procedimientos calóricos ordinarios ó cementación.

La importancia de este tratamiento de afino es tal, que en América del Norte se han llegado á tratar anualmente 400.000 toneladas de cobre de 98 á 99 de riqueza, que por la electrólisis se eleva á 99,8 y 99,9 por 100.

La producción europea en épocas normales debe aproximarse á la americana.

No hay que decir que nuestro país, productor principal de Europa de minerales de cobre y de cáscara por la cementación de aquéllos, pudiendo disponer, como repetidas veces se ha dicho, de energía eléctrica barata, reúne las mejores condiciones para el establecimiento de la electrólisis del cobre, sobre todo del afino de la cáscara.

Después de la electrólisis del cobre hay que tomar en consideración la del cinc, que si hasta hace muy poco tiempo no había dado resultados industriales decisivos, en estos momentos adquiere en América del Norte grandísima importancia, llevando á los procedimientos técnicos en uso, entre otras ventajas, la de una más perfecta utilización de la riqueza de los minerales, que en aquellos procedimientos era perdida en proporciones muy importantes.

No es fácil, en los momentos presentes, precisar cifras en cuanto á la importancia del consumo de energía eléctrica á que puede llegarse en España con esta electrólisis; sin embargo, en

términos generales, puede decirse que sería muy grande si se implantara el sistema, para lo cual debe tenerse en cuenta la gran importancia de nuestra producción anual de minerales antes señalada, y que existen otros muchos que por su baja ley no pueden beneficiarse con los procedimientos en uso, y, sin embargo, podrían ser objeto de un tratamiento electrolítico. Puede asegurarse que para el planteamiento de esta industria reúne España circunstancias muy favorables.

Hay otros tratamientos electrolíticos que, siendo por sí importantes, no pueden tomarse como base para un gran consumo de energía eléctrica, por lo que no entran dentro del objeto de estas notas.

Aplicaciones electromagnéticas.

Son éstas interesantes en cuanto que constituyen una curiosa aplicación de la energía eléctrica convertida en magnetismo, sea utilizando la propiedad más ó menos magnética de los metales y minerales para su separación, sea cuando se emplea el magnetismo como medio de atracción de masas de hierro, en operaciones de carga, descarga y transporte de este metal. En cualquiera de los casos la cantidad de energía necesaria es tan pequeña que no vale la pena de tomarla en cuenta en este estudio que, como repetidas veces queda dicho, se refiere solamente á los grandes consumos.

Consideraciones generales.

Con lo expuesto queda demostrada la colosal importancia que tiene la electricidad en la mayor parte de las manifestaciones de trabajo y de la actividad humana. Su consumo es ya en España muy grande en cuanto se relaciona con el alumbrado, en cuya aplicación seguirá el desarrollo propio del progreso nacional. En fuerza motriz es también importantísimo, y sobre este aspecto, aun hecha abstracción de la tracción, no sólo ha de tener el desarrollo propio del progreso natural de los pueblos, sino que además ha de dar avances muy grandes en relación con el desenvolvimiento industrial, que aun está en nuestro país en los comienzos, si se compara su importancia actual con los trascendentales y rápidos adelantos que se vislumbran.

Es oportuno consignar aquí la siguiente consideración:

¿Qué conflictos y qué quebrantos se han evitado en España con los 750 millones de kilovatios-hora anuales que, de procedencia hidráulica, vienen utilizándose en las angustiosas circunstancias creadas por la guerra? ¿Cómo hubiera podido subsanarse su falta en el alumbrado y en el servicio de la industria?

En el campo de la tracción ha de ser aún mucho más sorprendente el desarrollo de las aplicaciones de la energía eléctrica en sustitución del motor de vapor, sustitución que, como en otro lugar se dice, con un poco de instinto de defensa se efectuará rápidamente, por escaso que sea nuestro espíritu progresivo.

En el orden de las aplicaciones electrometalúrgicas y electroquímicas, las señaladas son de tanta importancia que por sí solas pueden representar un consumo extraordinario de energía eléctrica, la cual, en buena parte, vendría á sustituir al carbón y á llenar el hueco que la escasez nacional y el elevado precio del importado dejan á modo de sima que se opone á la marcha y al desenvolvimiento de la industria de nuestro país, no tan escaso de iniciativas y de condiciones de trabajo como vulgarmente se cree. Nadie se atrevería á negar que caso de disponerse en España de carbón en las condiciones de cantidad y precio de costo que lo tienen los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Bélgica y el

Norte de Francia, sería tan industrial como cualquiera de esos países. No hay nada que estimule tanto el trabajo y las iniciativas como la facilidad del éxito, y este es el mejor germen para crear el ambiente de trabajo, progreso, cultura y riqueza que se observa en los países hulleros y que tan de menos echamos en España.

Es evidente que el ambiente adverso que hasta hoy nos ha rodeado ha sido la principal causa del retraso de nuestra prosperidad.

Por lo tanto, es necesario para el desenvolvimiento y seguridad de la vida nacional efectuar, con elementos propios, la sustitución de otros que sólo podríamos tomar del extranjero y que siendo esenciales para la vida nos faltarían quizás cuando nos fuesen más indispensables. De la existencia de tales elementos, en condiciones favorables, es buena prueba el inventario que encabeza estas notas, por el que se observa que si la Naturaleza no ha sido lo pródiga que pudiéramos desear en carbón, y si se manifiesta en nuestro suelo en forma brava creándonos graves dificultades para los transportes y otras necesidades de la vida, en cambio el mismo relieve y la altura sobre el nivel del mar son el origen de la importantísima riqueza que estudiamos. Es de advertir que este posible desarrollo de la energía hidroeléctrica en nada se opone al desenvolvimiento de la producción hullera nacional. Hay muchas industrias importantísimas, y entre ellas puede citarse la naviera, en las que seguirá siendo insustituible el carbón u otro combustible; por otro lado, queda consignado que en cuantas manifestaciones industriales sea preciso calor, sin tener que llegar á determinadas temperaturas, no se ve, por ahora, la posibilidad de que el carbón pierda sus ventajas.

Como quiera que el desarrollo industrial viene necesariamente aparejado con la necesidad de calor en sus múltiples aplicaciones, el del uso del carbón ha de seguir la misma suerte, así que puede afirmarse que nuestra actual producción hullera, por mucho que aumente, seguirá siendo escasa para las necesidades nacionales.

Basar en ella solamente el desarrollo de nuestra industria equivaldría á condenarla á un fatal raquitismo, por tener que luchar con los inconvenientes de su deficiente producción y elevado precio de coste, lo que nos imposibilitaría para ocupar siquiera un mediano lugar en el concierto industrial europeo.

Circunstancias nacionales actuales para desarrollar la industria hidroeléctrica.

Las económicas no pueden ser en estos momentos más favorables; nunca como ahora ha habido en España masas de capital importantes en expectativa de colocación; nunca tampoco el capital y el ambiente estuvieron más propicios al desarrollo industrial, debido en buena parte á los éxitos fáciles que la guerra ha proporcionado á los industriales, ni jamás el capital ha estado en manos de personas más avezadas al negocio y la industria.

¿Cuántas industrias habrán perecido y cuántas se habrán dejado de plantear por falta de fuerza económica de quienes implantaron las primeras ó tuvieron propósito de establecer las segundas?

Las regiones del Norte y Levante, que hasta ahora han venido estando á la cabeza de nuestro desenvolvimiento industrial,

son las que han sacado el mayor y mejor partido de las circunstancias actuales, lo que les han permitido acumular grandes reservas económicas, que aparejadas á sus no menores iniciativas, al terminar la guerra, han de dar lugar á un avance ó más bien á un gran salto de nuestro desenvolvimiento industrial. Dentro de éste, ninguna orientación está más indicada que la que es objeto de este estudio.

Por propio conocimiento podemos afirmar que no sería difícil obtener la cooperación de un centenar de millones de pesetas para la construcción de grandes saltos de agua para aplicaciones de la energía que en ellos se puede producir á fuerza motriz y usos electrometalúrgicos y electroquímicos, estos últimos, como queda dicho, de gran trascendencia para la agricultura, cuya importancia en España no es necesario ponderar.

Desgraciadamente, á la realización de estos planes se opone el acaparamiento de las concesiones de los saltos de que antes hemos hecho mención, agravado por el desconcierto que en aquéllas reina, por ser producto de impremeditados estudios que se han limitado á servir á ambiciones y codicias mal contenidas, ajenas á toda idea de organización y de respeto á los intereses generales, sin más ideales que los propios de madrugadores y aventureros de negocios, para los cuales toda noble idea, por trascendental que sea, no vale la pena de tomarla en consideración ante una ganancia cuya justificación no les importa.

Precisamente en este momento se da el triste espectáculo de que se trata de enajenar á extranjeros uno de los grupos de saltos más importantes de nuestra Península, y con ello arrebatarse las concesiones á entidades nacionales que tienen el firme propósito de realizar los proyectos que las justifican, siendo de temer que en las esferas administrativas no haya la previsión y energía necesarias para evitar que sean sustraídas á la economía nacional fuentes de riqueza que tan fundamentalmente han de afectar á nuestro progreso.

Llamamos sobre esto la atención, dando la voz de alarma para que, si aún es tiempo, se remedien tan graves males, interviniendo el Estado:

1.º Para que no pase á manos extranjeras una tan gran parte de nuestra riqueza natural.

2.º Para que asimismo desaparezca el formidable estorbo de los acaparadores de concesiones de saltos de agua que no tienen medios económicos de realizarlas.

3.º Para que se ordenen dichas concesiones en forma tal, que el aprovechamiento de la riqueza de nuestros ríos sea la más perfecta y más rápida posible, teniendo en cuenta que todo retraso equivale á una gran pérdida que no cabe subsanar más tarde.

4.º Por último, para estudiar el modo de estimular al capital nacional á que se emplee en las industrias hidroeléctricas, dándole facilidades que le proporcionen el beneficio legítimo, que, en el caso de que se trata, está en perfecta armonía con el beneficio nacional.

Conviene hacer notar que no se pueden lograr estos fines sin modificar la ley y reglamentos actuales, referentes á los aprovechamientos hidráulicos (1).

J. URRUTIA.

(1) De la Memoria publicada por el distinguido Ingeniero Sr. Urrutia, que por los interesantes datos que contiene hemos creído útil copiar.

